

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/015063

International filing date: 18 August 2005 (18.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-240468  
Filing date: 20 August 2004 (20.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 8 月 2 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 4 0 4 6 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 2 4 0 4 6 8  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 9 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	2047560088
【提出日】	平成16年 8月20日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01L 29/786
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 中川 徹
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100097445
【弁理士】	
【氏名又は名称】	岩橋 文雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100103355
【弁理士】	
【氏名又は名称】	坂口 智康
【選任した代理人】	
【識別番号】	100109667
【弁理士】	
【氏名又は名称】	内藤 浩樹
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	011305
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9809938

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

半導体材料または半導体材料の前駆体である有機分子 1 と、  
絶縁体材料または絶縁体材料の前駆体である有機分子 2 と、  
前記有機分子 1 と前記有機分子 2 とを共に溶解する溶媒と、  
を有し、前記有機分子 1 と前記有機分子 2 とは互いに相溶性が無いことを特徴とするコート液。

【請求項 2】

前記有機分子 1 及び前記有機分子 2 の内、一方は炭化水素基またはフッ化炭素基を有し、  
他方は極性基を有する請求項 1 記載のコート液。

【請求項 3】

前記有機分子 1 及び前記有機分子 2 の内、一方はフッ化炭素基を有し、他方は炭化水素基  
を有する請求項 1 記載のコート液。

【請求項 4】

前記極性基は、水酸基またはカルボキシル基である請求項 2 記載のコート液。

【請求項 5】

前記有機分子 1 は、ポリチオフェン誘導体である請求項 1 記載のコート液。

【請求項 6】

前記有機分子 1 は、ペンタセン誘導体である請求項 1 記載のコート液。

【請求項 7】

請求項 1 記載のコート液を塗布する工程と、  
前記コート液の溶媒を揮発させることにより半導体層または半導体の前駆体層及び絶縁体  
層または絶縁体の前駆体層を形成する工程と、  
を有する有機電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項 8】

ゲート電極と、  
前記ゲート電極上に配置された有機薄膜層と、  
前記有機薄膜層に接触して配置されたソース電極およびドレイン電極と、  
を有し、  
前記有機薄膜層は、前記ゲート電極側において絶縁体材料を構成する有機分子の密度が高  
く、前記ゲート電極側と反対側において半導体材料を構成する有機分子の密度が高くなっ  
ていることを特徴とする有機電界効果トランジスタ。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 コート液、有機電界効果トランジスタの製造方法、および有機電界効果トランジスタ

## 【技術分野】

### 【0001】

本発明は、有機電界効果トランジスタの半導体層及び絶縁体層を形成するためのコート液、それを用いた有機電界効果トランジスタの製造方法、及び有機電界効果トランジスタに関する。

## 【背景技術】

### 【0002】

電界効果トランジスタ（Field effect transistor、以下、FETと記す）は、ソース電極とドレイン電極の二電極間を流れる電流値を第三電極であるゲート電極の電圧によって制御する電子素子のことをいう。FETは、ゲート電極と、ゲート電極に接触するゲート絶縁体層と、ゲート絶縁体層に接触する半導体層と、半導体層に接触するソース電極及びドレイン電極とから構成される。FETには様々な構造があり、そのうちの代表的な三種類の構造を図6に示す。図6（a）と図6（b）とはゲート電極が絶縁体層に対して基板側にあるボトムゲート型FETであり、図6（c）はゲート電極が絶縁体層に対して基板と反対側にあるトップゲート型FETである。

### 【0003】

本明細書では、ゲート絶縁体層や半導体層が有機材料から構成されるFETを有機電界効果トランジスタ（以下、有機FETと記す）と定義する。有機材料の薄膜は室温付近で基板上に形成可能であり、また機械的柔軟性もあるので、有機FETは、耐熱性が無く柔らかいプラスチック基板上に形成することが可能である。トランジスタ集積回路がプラスチック基板上に形成できれば、超薄型で軽量の情報機器が実現できるので、有機FETは、次世代の携帯情報機器用の基幹部品として期待されている。

### 【0004】

有機薄膜を基板上に形成する方法には、真空蒸着法と溶液塗布法がある。ペンタセンやオリゴチオフェンなどの低分子有機半導体材料は一般に有機溶剤に溶解しにくいので、これらの材料は真空蒸着法により薄膜を形成する。一方、ポリチオフェンやポリフルオレン誘導体等の高分子半導体は有機溶剤に溶解しやすいので、これらの材料は、スピンコート、スクリーン印刷、インクジェット法などの溶液塗布法により薄膜を形成することができる。また、ポリビニルアルコールやポリスチレンなどの絶縁薄膜は、溶液塗布法で形成可能である。溶液塗布法は常圧雰囲気下で有機薄膜を形成できるので、真空装置を用いる真空蒸着法に比べて低コストで有機FETを作ることができるものと期待されている。

### 【0005】

現在までに溶液塗布法を用いた様々な有機FETが開発されているが、現時点において実用化されているものはまだ少ない。溶液塗布法により絶縁体層と半導体層を形成するために解決すべき課題として、相互溶解の問題がある。相互溶解とは、有機絶縁体層と有機半導体層を塗布法で順に作製する場合（作製順序が逆の場合もある）、一番目の膜を形成し、この膜上に二番目の膜成分が溶解した溶液をこの一番目の膜上に塗布して二番目の膜を形成しようとするときに、一番目の膜が溶液中に溶け出す現象をいう。一般に、絶縁体材料や半導体材料をよく溶かす溶媒は似ているため、相互溶解を防止するために、絶縁体材料と半導体材料の最適な組み合わせを選ぶ必要がある。

### 【0006】

特許文献1では、第一の層を形成するために、第一の溶剤中の第一の物質を析出させ、次に、第一の層の上に第二の溶剤中の第二の物質を析出させることにより第二の層を形成する場合において、第一の物質が第二の溶剤に対して不溶であることを規定している。特許文献1では、例えば、ポリアルキルチオフェンが溶解したキシレンまたはクロロホルム溶液を基材に塗布して半導体膜を形成した後、この膜上に、ポリビニルフェノールが溶解したプロピルアルコール溶液を塗布することにより、半導体膜と絶縁膜を形成している。

ポリアルキルチオフェンはプロピルアルコールには溶解しないので、この作製方法においては、相互溶解は起こらない。

#### 【0007】

特許文献2では、通常は有機溶剤に溶解しにくい低分子半導体材料である多環式芳香族に極性基を付加して有機溶剤に溶け易くし、これを用いて溶液塗布法で半導体膜を形成した後、熱処理により極性基を除去してもとの多環式芳香族分子に変換する方法を提案している。熱処理後の多環式芳香族分子は、ほとんどの溶剤に溶けないので、この膜上に別の膜を溶液塗布法で作製しても相互溶解が起こらない。

#### 【0008】

特許文献3では、タンタル、アルミニウム、チタン、ニオブなどのゲート電極を形成した後、この電極を陽極酸化して緻密で薄い絶縁膜を形成する方法が提案されている。このようにして形成された絶縁膜は、半導体層を形成する過程において相互溶解する恐れはない。

【特許文献1】特公表2003-518754号公報

【特許文献2】米国特許出願公開第2003/0136964号明細書

【特許文献3】特開2003-258260号公報

【非特許文献1】J. Vac. Sci. Technol. B、1994年、P2215-2218

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

特許文献1～3は、ゲート絶縁体材料と半導体材料の最適な組み合わせを選ぶことにより相互溶解の課題を解決しようとしたものである。

#### 【0010】

ところで、FETでは、電子やホール電荷は、絶縁体層と半導体層との界面を流れるので、この界面が清浄であればあるほどFETの特性は向上する。ここで、「清浄」とは、界面を流れる電荷が補足される不純物準位が無いということである。不純物準位発生原因には、界面に存在する原子の化学未結合手（ダングリングボンド）や結晶構造の乱れ、絶縁体層と半導体層を作る過程において界面に付着したゴミの存在等がある。有機FETにおいては、有機半導体層が完全な結晶でないため、ダングリングボンドや結晶の乱れを完全に無くすることは困難である。これに対して、ゴミを無くすることは、製造環境を改善することで可能となる。製造作業をクリーンルームで行うことでゴミの付着する確率は大幅に低減する。また、製造工程をできるだけ少なくすることでも、ゴミの付着する確率は低減する。特許文献1、2では、絶縁体層を塗布した後に溶媒を除去乾燥し、その後、半導体層を塗布している。溶媒乾燥には時間がかかるので、その過程で絶縁体層上にゴミが付着する恐れがある。また、特許文献3では、ゲート電極を形成した後陽極酸化してゲート絶縁膜を形成しているため、この工程でゲート絶縁膜上にゴミが付着する可能性がある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

上記課題を解決するために、本発明のコート液は、半導体材料または半導体材料の前駆体である有機分子1と、絶縁体材料または絶縁体材料の前駆体である有機分子2と、有機分子1と有機分子2とを共に溶解する溶媒とを有し、有機分子1と有機分子2とは互いに相溶性が無いことを特徴とする。

#### 【0012】

上記構成において、有機分子1及び有機分子2の内、一方は炭化水素基またはフッ化炭素基を有し、他方は極性基を有することが好ましい。

#### 【0013】

また、有機分子1及び有機分子2の内、一方はフッ化炭素基を有し、他方は炭化水素基を有することが好ましい。

#### 【0014】

また、上記極性基は、水酸基またはカルボキシル基であることが好ましい。

【0015】

また、有機分子1は、ポリチオフェン誘導体であることが好ましい。

【0016】

また、有機分子1は、ペンタセン誘導体であることが好ましい。

【0017】

本発明の有機電界効果トランジスタの製造方法は、上記コート液を塗布する工程と、上記コート液の溶媒を揮発させることにより半導体層または半導体の前駆体層及び絶縁体層または絶縁体の前駆体層を形成する工程とを有するものである。

【0018】

本発明の有機電界効果トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上に配置された有機薄膜層と、有機薄膜層に接触して配置されたソース電極およびドレイン電極とを有し、有機薄膜層は、ゲート電極側において絶縁体材料を構成する有機分子の密度が高く、ゲート電極側と反対側において半導体材料を構成する有機分子の密度が高くなっていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明のコート液を用いれば、ゲート絶縁体層と半導体層とを同時に形成できるので、界面にゴミなどが付着する可能性がない。このため、従来法に比べて高特性のトランジスタを形成できる。また、従来法に比べると少ない工数で有機FETが製造できるので、製造コストを低く抑えることが可能となる。

【0020】

また、本発明の有機電界効果トランジスタの製造方法によれば、ゲート絶縁体層と半導体層とが一つのコート液を用いて作製されるので、ゲート絶縁体層と半導体層との界面にはゴミなどに起因する不純物が無く、高移動度の有機電界効果トランジスタを実現できる。

【0021】

また、本発明の有機電界効果トランジスタによれば、半導体層と絶縁層は連続した有機薄膜中に存在するため、半導体層と絶縁体層の界面にはダングリングボンド密度が少なく、キャリアが捕捉される不純物順位が少なくなるので、キャリア移動度の高い有機電界効果トランジスタが実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0023】

（発明の形態1）

本発明のコート液は、半導体材料または半導体材料の前駆体である有機分子1と、絶縁体材料または絶縁体材料の前駆体である有機分子2と、前記有機分子1と前記有機分子2とを共に溶解する溶媒とを有し、前記有機分子1と前記有機分子2とは互いに相溶性が無いことを特徴とする。

【0024】

ここでいう半導体材料の前駆体、または、絶縁材料の前駆体とは、溶液塗布法でこれらの薄膜を形成した後、熱焼成、光照射、化学処理などの後処理によって半導体材料、または、絶縁体材料になるものをいう。

【0025】

また、有機分子1と有機分子2の間に相溶性の無いとは、両有機分子がお互い全く混ざり合わないことをいう。ここで、混ざり合わないとは、有機分子1と有機分子2とを一緒に混ぜ合わせても、それぞれの有機分子が分子レベルで混合せず、時間の経過と共に有機分子1と有機分子2とに分離することをいう。

【0026】

なお、相溶性は熱力学的に以下のように定義できる。即ち、有機分子 1 と有機分子 2 のそれぞれ 1 モル当たりのギブスの自由エネルギーを  $g_1$ 、 $g_2$  とし、 $n_1$  モルの有機分子 1 と  $n_2$  モルの有機分子 2 とが完全に混合した仮想的な状態のギブスの自由エネルギーを  $G$  とし、混合前後でのギブスの自由エネルギーの変化を  $\Delta G$  とした場合、下記（数 1）に示す関係式が成り立つ場合、有機分子 1 と有機分子 2 とは相溶性が無いと定義する。

【0027】

【数 1】

$$\Delta G = G - (n_1 \times g_1 + n_2 \times g_2) > 0$$

【0028】

ここで  $\Delta G$  は、混合前後におけるエンタルピー変化  $\Delta H$  と混合エントロピー  $\Delta S$  を用いて以下のように記述できる。

【0029】

【数 2】

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S = \Delta H + RT (n_1 \times \ln(n_1/N) + n_2 \times \ln(n_2/N))$$

（但し、 $R$ ：気体常数、 $T$ ：系の絶対温度、 $N = n_1 + n_2$ ）

【0030】

有機分子 1 と有機分子 2 とが高分子であって、その分子量がある程度大きい場合、（数 2）の右辺の第二項は 0 に近づくので、 $\Delta H$  の値によって相溶性を調べることができる。

【0031】

ここで  $\Delta H$  は、定圧下で有機分子 1 と有機分子 2 とを混合したときに発生する熱量に等しい（発熱の場合はマイナス、吸熱の場合はプラス）。従って、有機分子 1 と有機分子 2 とがともに液体である場合  $\Delta H$  は容易に求めることができる。また、有機分子が高分子であって常温常圧で固体であるがそのモノマーが液体の場合、 $\Delta H$  の値は、それぞれの有機分子のモノマー同士を混合した場合の発熱量で近似できる。

【0032】

なお、有機分子 1 と有機分子 2 とがともに液体の場合には、お互い相溶性があるかどうかを（数 2）を使わずに簡易的に判断することも可能である。即ち、あらかじめ重量を計量しておいた有機分子 1 と有機分子 2 とを分液ロートに入れて一定時間攪拌混合し、その後一定時間静置する。静置後混合液が上下二層に分かれる場合には、二つの有機分子には相溶性が無い可能性がある。相溶性が無いかどうかを厳密に判断するためには、分離した液体をそれぞれ注意深く別々の容器に移し、それぞれの液体の重量を測定する。そして、有機分子 1 と有機分子 2 の内、密度の低い方の有機分子の初期重量と上層の液体の重量、および、密度の高い方の有機分子の初期重量と下層の液体の重量をそれぞれ比較する。これらの重量が等しい場合には、有機分子 1 と有機分子 2 の間には相溶性が無いと言え、異なる場合には相溶性があると言える。

【0033】

さらに、有機分子 1 と有機分子 2 とが固体状のポリマーであるがそれらのモノマーが液体である場合、モノマー同士の相溶性を上記と同じ方法で調べモノマー同士で相溶性が無いならば、ポリマーである有機分子 1 と有機分子 2 の間にも相溶性が無いと判断できることが多い。

【0034】

本発明者は、お互いに相溶性の無い有機分子 1 と有機分子 2 とを、有機分子 1 及び有機分子 2 を共に溶解する溶媒に溶かし、この溶けた溶液を基板上に塗布し、溶媒を除去することにより、有機分子 1 と有機分子 2 とが二層に分離した膜を一度に形成できることを見



出した。そして、一回の溶液塗布によって有機FETのゲート絶縁体層と半導体層とを同時に形成することにより、相互溶解の課題を解決し、さらに、トランジスタの製造工数を減らし、ゲート絶縁体層と半導体層の界面にゴミが付着することを防ぐ方法を、鋭意検討の結果見出した。即ち、有機溶媒中での二つの分子間の相溶性の性質を巧妙に利用したコート液を用いることで、ゲート絶縁体層と半導体層を溶液塗布方法により基板上に同時に形成することができることを見出した。この結果、相互溶解の課題を解決し、しかも、トランジスタの製造工数を減らし、ゲート絶縁体層と半導体層との界面にゴミが付着することを防止できる。

#### 【0035】

図1は、本発明のコート液を基板上に塗布したときの、絶縁体層及び半導体層の形成される様子を模式的に示したものである。図1において、11は半導体材料である有機分子1を、12は絶縁体材料である有機分子2を、13は溶媒を示す。なお、有機分子1と有機分子2とは相溶性が無いが、これらは共に溶媒には溶解する。

#### 【0036】

図1(a)は、コート液を基板上に塗布した直後の様子を示した模式図である。溶媒中で有機分子1と有機分子2とは自由に混合している。図1(b)は、時間経過とともに溶媒が揮発した状態を示す。溶媒が揮発すると有機分子1及び有機分子2の濃度が高くなり、これに伴い有機分子1と有機分子2との距離が近づく。この時、有機分子1と有機分子2とは、自由に混合しているよりも、お互いに別々に集まった方が溶液全体の自由エネルギーが小さくなる。従って、この図1(b)に示すように、溶液の所々で、同じ種類の有機分子が集合するようになる。さらに、時間が経過して溶媒のほとんどが揮発して無くなった時には、図1(c)に示すように、有機分子1と有機分子2とは分離する。この分離した状態を、相分離した状態という。

#### 【0037】

このように、本発明のコート液は、相分離によって絶縁体層と半導体層が同時に形成できるので、相互溶解が起こらず、さらに、従来法のようにそれぞれの層を個別に作製する場合に比べて作製工程が少なく、絶縁体層と半導体層の界面に汚れが付着する恐れも少なくなる。

#### 【0038】

なお、図1では、有機分子1と有機分子2がそれぞれ半導体材料と絶縁体材料である場合を示したが、これらの有機分子はそれぞれ半導体材料の前駆体や絶縁体材料の前駆体であってもよい。この場合も、コート液を塗布することで基板上には半導体材料の前駆体や絶縁体材料の前駆体が相分離した膜が形成される。その後、この膜を熱焼成、光照射、または化学処理などの後処理をすることで、それぞれの前駆体は半導体材料や絶縁体材料に変換するので、絶縁体層と半導体層が相分離した状態の膜が形成できる。

#### 【0039】

なお、有機分子1と有機分子2とがそれぞれどのような性質を持っているときに相溶性が無く、相分離を起こすのかについては、不明な点が多く、実際に個々の組み合わせについて実験によって確認するしかない。但し、以下の場合には相分離が起こることが分かっている。

#### 【0040】

即ち、極性を有する有機分子と無極性の有機分子との間には相分離が起こる。なお、有機分子が極性を持つためには、水酸基、サルフィニル基、アミノ基、カルボキシル基などの極性基を有することが必要である。また、有機分子が非極性であるためには、非極性基を有することが必要である。非極性基には、炭化水素基( $(CH_2)_n$ 、 $n$ は自然数)、フッ化炭素基( $(CF_2)_n$ 、 $n$ は自然数)がある。

#### 【0041】

また、フッ化炭素基を有する有機分子と炭化水素基を有する有機分子との間にも相分離が起こる。炭化水素基もフッ化炭素もともに非極性であるが、この両者は相溶性が無く、相分離を起こすことが分かっている(非特許文献1)。炭化水素基を有する半導体材料で

ある有機分子1の具体例としては、炭化水素基が付与されたポリチオフェン誘導体があり、例えば、ポリ(3-アルキルチオフェン)、ポリ(9,9-ジアルキルフルオレン-コ-ピチオフェン)等がある。また、フッ化炭素基を有する半導体材料である有機分子1の具体例としては、ポリ(3-フルオロアルキルチオフェン)がある。さらに、溶液溶解性の官能基を付与した、多環式芳香族分子を用いることもできる。Diels-Alder反応によって、多環式芳香族とサルフィニルアセトアミド基( $R-CO-N=S=O$ : Rは官能基)が、C-NおよびC-S結合によって(Cは芳香族の構成炭素、N、Sはサルフィニルアセトアミド基中の構成元素)結合することが知られている。従って、サルフィニルアセトアミド基中のRを炭化水素基、または、フッ化炭素基にすれば、非極性の有機分子1を作ることができる。サルフィニルアミド基が付加した多環式芳香族からなる薄膜は、半導体の特性を有しないが、膜形成後100℃以上の温度で、Diels-Alderの逆反応によりサルフィニルアセトアミド基が脱離して、半導体特性を有する多環式芳香族分子が形成される。

#### 【0042】

一方、炭化水素基を有する絶縁体材料である有機分子2の具体例としては、炭化水素基が付与された炭化水素系樹脂があり、例えば、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリブタジエン等がある。また、フッ化炭素基を有する絶縁体材料である有機分子2の具体例としては、フッ化炭素基が付与されたフッ化炭素系樹脂があり、例えば、ポリテトラフルオロエチレン等がある。

#### 【0043】

また、相溶性の無い有機分子1と有機分子2とともに溶解する溶媒としては、これら二種類の有機分子の特性を併せ持っているものが使用できる。有機分子1及び有機分子2の一方が無極性で、他方が極性を有する時は、例えば、クロロホルムや高級アルコールなどが利用できる。また、有機分子1及び有機分子2の双方が無極性である時は、例えば、クロロホルムや高級アルコールなどが利用できる。

#### 【0044】

また、図1(c)では、有機分子2が基板近傍に、有機分子1が基板から遠方に相分離している。二種類の有機分子のどちらが基板近傍に配置されるかは、それぞれの有機分子と基板、および基板が曝されている雰囲気によって決まる。どのように相分離するかを導出する一般的な規則はないが、有機分子と基板とのそれぞれの極性、および、コート液を塗布する作業環境によってある程度は予想できる。即ち、極性を持ったもの同士、または、非極性を有するもの同士はお互い集合しやすい。基材の曝されている雰囲気が通常の大気雰囲気の場合、雰囲気は非極性であると考えられる。この規則を用いて、有機分子1が非極性、有機分子2が極性、基板表面が極性を持つ場合に、大気雰囲気中で本発明のコート液を塗布した場合、どのように相分離現象が起こるかを考えてみる。有機分子2と基材はともに極性をもつので、有機分子2は基材近傍に配置され、有機分子1と大気雰囲気はともに非極性なので、有機分子1は大気と接するように配置される。従って、基材の近傍には有機分子2が、基材の遠方には有機分子1が配置されることになる。

#### 【0045】

(発明の形態2)

本発明の有機FETは、ゲート電極と、前記ゲート電極上に配置された有機薄膜層と、前記有機薄膜層に接触して配置されたソース電極およびドレイン電極と、を有し、前記有機薄膜層は、前記ゲート電極側において絶縁体材料を構成する有機分子の密度が高く、前記ゲート電極側と反対側において半導体材料を構成する有機分子の密度が高くなっていることを特徴とする。このようなFETにおいては、絶縁体層から半導体層の方向へ向かう構成元素の濃度変化は、絶縁体層と半導体層を別々に塗布して作製した場合に比べて緩やかである。一般に、元素濃度変化が緩やかな領域におけるダングリングボンド密度は濃度変化が急峻な領域に比べて小さくなる。ダングリングボンド密度が小さいほどFETにおけるキャリアの捕捉準位密度が低下する。従って、本発明のFETの絶縁体層と半導体層界面における捕捉準位密度は、絶縁体層と半導体層を別々に塗布して作製した場合に比べて小さくなり、FETのキャリア移動度も向上する。

## 【実施例】

### 【0046】

以下、本発明の理解を容易にするため、本発明の実施例について説明するが、本発明は、以下の実施例に挙げられたもののみに限定されるものではない。

### 【0047】

#### （実施例1）

##### （1）ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）の合成方法

図2に示すポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）は、3-パーフルオロオクチルチオフエンを合成し、これを出発物質として2,5-ジブromo-3-パーフルオロオクチルチオフエンを合成し、これを重合することにより作製した。以下、順に、3-パーフルオロオクチルチオフエン、2,5-ジブromo-3-パーフルオロオクチルチオフエン、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）の合成方法を示す。

### 【0048】

##### （1-a）3-パーフルオロオクチルチオフエンの合成方法

銅粉末10g、3-イオドチオフエン10.5g、3-パーフルオロ-n-オクチルイオダイド32.8g、N、N-ジメチルホルムアミド60mlの混合溶液を乾燥窒素雰囲気中、120℃で20時間反応させた。この反応溶液を濾過した後、濾過液を18vol%の塩酸、20vol%のチオ硫酸ナトリウム水溶液で順に洗った後、硫酸マグネシウム粉末を入れて乾燥した。その後に、蒸留法により、3-パーフルオロオクチルチオフエンを抽出した。

### 【0049】

##### （1-b）2,5-ジブromo-3-パーフルオロチオフエンの合成方法

次に、70ミリモルの3-パーフルオロオクチルチオフエンをテトラヒドロフラン100mlに溶かし、N-boromosuccinimideを154ミリモルを加えた後、2時間室温で攪拌した。その後、溶媒をエバポレータで除去した。次に、250mlのヘキサンを加えて、N-boromosuccinimideを沈殿させた後、濾過した。エバポレータによって濾過液から溶媒を除去し、残った溶液を、120℃、0.02torrの条件で蒸留精製した。この結果、2,5-ジブromo-3-パーフルオロチオフエンが得られた。

### 【0050】

##### （1-c）ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）の合成方法

2,5-ジブromo-3-パーフルオロチオフエン3.12ミリモルをテトラヒドロフラン18mlに溶解した。ここにメチルマグネシウムブロマイドのブチルエーテル溶液（濃度1.0M）を入れ、還流条件下で1時間反応させた。次に、この溶液に塩化〔1,3-ビス（ジフェニルホスフィノ）プロパン〕ニッケル（II）を16.9mg加え、還流条件下で2時間反応させた。反応した溶液を150mlのメタノール液中に溶かし込み、濾過した。濾過されずに残った固体をソクスレー抽出器に入れ、メタノールでモノマーと塩を抽出し、次に、ヘキサンで触媒とオリゴマーを抽出し、最後に、クロロホルムでポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）を抽出した。抽出したクロロホルム溶液をエバポレータにより溶媒を除去し、固体状のポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）を得た。

### 【0051】

##### （2）コート液の作製方法

本実施例では、半導体材料である有機分子1としてポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）を用い、絶縁体材料である有機分子2としてポリスチレンを用いた。

### 【0052】

コート液を作製する前に、これらの物質の相溶性を以下のようにして調べた。まず、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフエン）のモノマーである3-パーフルオロオクチルチオフエン2.00gとポリスチレンのモノマーであるスチレン4.00gを分液ロートに入れて1時間攪拌した後、1時間静置した。静置1時間後、分液ロートの溶液は2層に別れた。3-パーフルオロオクチルチオフエンの比重はスチレンの比重よりも大きいので、分離した液体の下層は3-パーフルオロオクチルチオフエン、上層はスチレンであると推測できる。これらの2液を注意深く分離した後、それぞれの重量を測定した。上層の液体重量は4.00g、下層の

液体重量は2.00gであった。上層の液体および下層の液体の重量は、それぞれ、混合前のスチレンおよび3-パーフルオロオクチルチオフェンに等しいことから、これらの2液体は相溶性が無いものと推測できる。従って、これら液体のポリマーであるポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）とポリスチレンの間には相溶性が無いと推測できる。

#### 【0053】

次に、ポリスチレンが3wt%、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）が3wt%となるように、両物質とクロロホルムを混ぜ合わせ、1時間攪拌したところ、透明で均一な液体ができた。このことより、ポリスチレン、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）はともにクロロホルムに溶解することが確認できた。

#### 【0054】

##### （3）有機FETの作製方法

大きさ50mm角、厚さ0.5mmの石英ガラス基板の片面に、1nm膜厚のクロムを、その上に、100nm膜厚の金を順に真空スパッタ法で形成した。

#### 【0055】

次に、この基板に、スピコート法でポリスチレンとポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）の混合コート液を塗布した。スピコート条件は、基板に混合溶液を滴下後、500rpmで5秒回転後、4000rpmで30秒回転した。25℃の室温で1時間乾燥した後、真空電子ビーム蒸着法で金のソース電極とドレイン電極とをシャドーマスクを用いて作製した。ゲート長は100μm、ゲート幅は3mmとした。

#### 【0056】

また、比較例として、ゲート絶縁体層であるポリスチレン膜と半導体層であるポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）膜を別々に塗布法によって形成し、有機FETを作製した。まず、石英基板にクロムと金薄膜を形成した後、ポリスチレン3wt%のみが溶解したクロロホルム溶液をスピコートした後、室温25℃で1時間乾燥させた、続いて、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）3wt%のみが溶解したパーフルオロオクタン溶液をスピコートし、25℃の室温で1時間乾燥した。ポリスチレンはパーフルオロオクタンには溶解しないので、半導体材料塗布時においてポリスチレン膜が溶液に溶け出す相互溶解の現象は起こらなかった。なお、スピコート条件は、混合コート液のコート条件と同一にした。その後、電子ビーム蒸着法を用いてソース電極とドレイン電極とを形成した。

#### 【0057】

##### （4）有機FETの評価方法

##### （4-a）スピコートして形成した膜の組成分析

ソース電極とドレイン電極形成前のスピコート膜中のフッ素元素、炭素元素、および、金元素の膜の深さ方向の濃度分布を二次イオン質量分析（SIMS）法により求めた。深さ方向の元素の濃度分布は、膜表面の元素濃度を測定後、アルゴンスパッタリングで膜の表面を一定量削り、再び元素濃度を測定するという操作を繰り返すことにより求めた。アルゴンスパッタリングによって単位時間内に削り取られる膜の厚みは、以下の方法によって導出した。まず、スピコート法で作製したポリスチレン単独の膜、または、ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）単独の膜の膜厚をあらかじめ膜厚計で測定した後、これらの膜を、SIMS測定時に用いたと同じアルゴンスパッタリング条件で完全に削り取るのに要した時間を導出した。膜厚とスパッタリングに要する時間から、単位時間にアルゴンスパッタリングで削り取られる膜厚を導出した。

#### 【0058】

##### （4-b）トランジスタ特性の評価

トランジスタ特性は、Semiconductor Parameter Analyzer 4155B (Agilent Technology社製)を用いて行った。ソース電極とドレイン電極間に80Vの電圧を加え、ゲート電圧を-50～50Vに変化させ、ソースドレイン電流値とゲート電圧の自乗の値が比例する領域において、（数3）からキャリアの移動度を導出した。

#### 【0059】

### 【数 3】

$$I_d = \mu \times W \times \varepsilon_0 \times \varepsilon \times V_g^2 / (2 \times L \times t)$$

(但し、 $I_d$ ：ソースドレイン電流、 $V_g$ ：ゲート電圧、 $\mu$ ：移動度、 $L$ ：

ソースドレイン間のチャンネル長=100( $\mu$ m)、 $W$ ：ソースドレインの

チャンネル幅=3(mm)、 $\varepsilon$ ：絶縁膜の比誘電率=2.5、 $\varepsilon_0$ ：真空の誘電

率、 $t$ ：絶縁膜の厚さ)

### 【0060】

#### (5) 有機FETの評価結果

図3は、ポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)とポリスチレンが溶解した溶液をスピンコート法で形成した膜の、アルゴンスパッタリング時間とフッ素、炭素、および、金元素の濃度との関係を示したグラフである。縦軸の元素濃度は、それぞれの元素の最大値で規格化している。スパッタリングによって削り取られる膜の量はスパッタリング時間に比例するので、横軸のスパッタリング時間は膜最表面から膜内部に向かう深さに対応している。そこで以後の説明では、便宜上、スパッタリング時間 $t$ 分によって除去された後の膜表面を、“ $t$ 分の深さ”と記述する。図3から分かるように、それぞれの元素濃度は、図中31(4~10分)および32で示した範囲(14~17分)の範囲でスパッタリング時間の経過とともに急激に増加もしくは減少し、それ以外では一定であった。フッ素元素濃度は、31の範囲で減少し0になった。炭素元素濃度は、31の範囲では増大し、32の範囲では減少し0となった。金元素濃度は、32の範囲で0から増大して一定値となった。フッ素元素、炭素元素、または、金元素の濃度の最大値の半分の値になるスパッタリング時間の値(以降これらを半減時間と定義する)は、それぞれ6分、16分であった。

### 【0061】

フッ素元素は、ポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)の構成元素に由来し、炭素元素はポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)とポリスチレンの両分子の構成元素に由来する。また、金は、石英ガラス基板に形成した金電極に由来する。これらのことを考慮して、膜中の組成を以下のように推測した。

### 【0062】

アルゴンスパッタリング14分以降、金元素が検出され、これに伴い炭素元素が減少することから、膜がアルゴンスパッタリングにより除去されて基板の金電極が表面に現れてきたものと推測できる。膜の除去により金元素と炭素元素の濃度の変化がスパッタリング時間の変化に対して階段状に急激に変化しないのは、SIMS分析では膜表面と表面内部に存在する元素からの信号を同時検出されることに加え、スパッタリングによって膜表面形状が凹凸になり、基板表面に膜が存在してもその膜凹部では下部にある金が表面に現れるためだと推測できる。そこで、今回の測定においては、金の半減時間である16分において、形成した膜が完全にスパッタリングによって除去されたものと推測する。従って、図3において、本実施例で形成した膜は、0~16分の深さの間に存在する。フッ素の元素濃度の変化から、ポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)のほとんどは、半減時間である6分の深さまでに存在し、それ以降は存在しないと推測できる。一方、炭素元素の濃度は半減時間である6分を境に増大している。もし、ポリスチレンがポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)と同様に6分までの深さに存在するとすれば、6分以降の深さで炭素元素濃度は減少するはずであるが、図3では逆に増大した。このことから、6分までの深さにはポリスチレンはほとんど存在しないものと推測できる。以上のことから、膜の最表面から6分の深さまでの成分のほとんどがポリ(3-パーフルオロオクチルチオフェン)で、6~16分の膜のほとんどがポリスチレンであると推測できる。

### 【0063】

ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）、および、ポリスチレンをそれぞれアルゴンスパッタリングで完全に除去するのに必要な時間と膜厚の関係と、上述の解析から、スピコート膜全体の膜厚は170nmであり、膜表面から膜内の50nm近傍の深さまではポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）の膜が、50nmの深さ近傍から170nmの深さ近傍までポリスチレンの膜が形成されているものと評価した。

#### 【0064】

以上のSIMSによる膜の分析結果から、本発明のコート液を用いることにより、半導体層であるポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）の膜と、絶縁体層であるポリスチレンの膜とを同時に形成できることが分かった。また、この二層膜は一つの有機薄膜で、ゲート電極近傍では絶縁体材料の密度が高く、ゲート電極遠方では半導体材料の密度が高いといえる。

#### 【0065】

また、作製した有機FETの移動度は $0.02\text{cm}^2/\text{Vs}$ であり、ソースドレイン間のON電流とOFF電流の比は $10^5$ であった。

#### 【0066】

次に、比較例の、ゲート絶縁体層であるポリスチレン膜と半導体層であるポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）膜を別々に塗布法によって形成した有機FETについて評価した結果を以下に示す。

#### 【0067】

図4は、ソースドレイン電極を形成する前のスピコート膜のスパッタリング時間とフッ素、炭素、および、金元素との相関を示したグラフである。このグラフは図3とほぼ同じで、フッ素と炭素元素濃度が急激に変化するスパッタリング時間41（4～7分）の領域のみが異なった。図4のスパッタリング時間の範囲41は図3の場合の31（4～10分）に比べて小さく、図4の膜のフッ素元素と炭素元素濃度の膜厚方向の変化率が図3の膜よりも大きいことを示している。このことは、ゲート絶縁層と半導体層を別々に塗布した膜の絶縁層と半導体層の境界が、両者を同時に塗布して形成した場合に比べて明確であることを示す。また、作製したFETの移動度は $0.005\text{cm}^2/\text{Vs}$ であり、絶縁体層と半導体層を同時に形成した場合に比べて低くなった。これは、比較例で作製したFETの絶縁体層と半導体層の界面における汚れが絶縁体層と半導体層を同時に作製した場合に比べて大きいこと、および、比較例における界面では構成元素が不連続に変化するためにダングリングボンド密度が高くなることが原因であると推測できる。この結果、比較例のFETの界面準位密度が絶縁体層と半導体層を同時に作製する場合に比べて高くなり、キャリアの移動度が低下したものと推測できる。

#### 【0068】

以上より、本発明のコート液を用いることにより、相互溶解の課題を解決し、一度にゲート絶縁体層と半導体層とを同時に作製できることが示された。

#### 【0069】

##### （実施例2）

##### （1）サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの合成方法

サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンは、ペンタセンとサルフィニルパーフルオロオクタンアミドとを反応させることにより合成した。サルフィニルパーフルオロオクタンアミドは、パーフルオロオクタンアミドから合成した。以下順に、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの合成方法を示す。

#### 【0070】

##### （1-a）サルフィニルパーフルオロオクタンアミドの合成方法

パーフルオロオクタンアミド（ $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{CONH}_2$ ）46gをn-ヘキサン300ml中に溶解し、乾燥窒素雰囲気中で、トリメチルクロロシラン15mlを少しずつ滴下し、2時間攪拌しながら反応させた。反応終了後、エバポレータで反応溶液中のヘキサデカンを除去することにより、N,N'-ビス（トリメチルシリル）パーフルオロオクタンアミドを得た。

#### 【0071】

乾燥窒素雰囲気中で、N,N'-ビス（トリメチルシリル）パーフルオロオクタンアミド12gに塩化チオニル（SOCl<sub>2</sub>）2.4gを少しずつ加え、攪拌しながら2時間反応させた。その後、蒸留してサルフィニルパーフルオロオクタンアミドを得た。

#### 【0072】

（1-b）サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの合成方法

サルフィニルパーフルオロオクタンアミド3g、ペンタセン0.5g、クロロホルム30ml、メチルトリオキソレニウム0.005gの混合溶液を還流条件下で48時間攪拌しながら反応させた。反応生成物をフラッシュクロマトグラフィーで分離して、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを得た。

#### 【0073】

（2）コート液の作製方法

本実施例では、半導体材料の前駆体である有機分子としてサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを用い、絶縁体材料としてポリスチレンを用いた。サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンとポリスチレンとは共に固体なので、これらの間の相溶性を導出することは困難である。しかし、以下の方法で両分子の相溶性を推測することが可能である。すなわち、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの分子の極性は、サルフィニルパーフルオロオクタンアミドとペンタセンの両方の分子の極性を有するはずである。また、ポリスチレンの分子の極性はスチレンの極性に近似できる。一方、ペンタセンはほとんどの有機溶媒に溶解しないことから、スチレンとも溶解しないものと推測できる。従って、サルフィニルパーフルオロオクタンアミドとスチレンの間に相溶性が無い場合、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンとスチレンおよびポリスチレンとの間にも相溶性が無いと考えることができる。そこで、サルフィニルパーフルオロオクタンアミドとスチレンの相溶性を実施例1と同様の方法で評価した。その結果これら2つの化合物の間には相溶性が無いことが分かった。従って、サルフィニルパーフルオロオクタンアミドとポリスチレンの間には相溶性が無いものと考えた。

#### 【0074】

次に、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンが3wt%、ポリスチレンが3wt%となるように、これら2つの化合物とクロロホルムを容器に入れて1時間混合したところ、透明な溶液が作製できた。従って、これら2つの化合物がクロロホルムに均一に溶解することが分かった。

#### 【0075】

（3）有機FETの作製方法

実施例1と同様に、有機FETを作製した。ただし、コート液にはサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを3wt%、ポリスチレン3wt%が溶解したクロロホルム溶液を用いた。有機FETを作製した後、乾燥窒素雰囲気中で、180℃で2分熱処理した。この熱処理により、図5に示すように、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンからサルフィニルパーフルオロオクタンアミドが脱離して半導体材料であるペンタセンが形成される。

#### 【0076】

（4）有機FETの評価結果

実施例1と同様に、ソースドレイン電極作製前のスピンコート膜内の深さ方向の元素濃度、および、作製した有機FETの特性を評価した。

#### 【0077】

SIMSによる元素分析から、スピンコート膜全体の膜厚は100nmであり、膜表面から膜内の40nmの深さ近傍まではサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの膜が、40nmの深さ近傍から100nmの深さ近傍までポリスチレンの膜であることが分かった。

#### 【0078】

また、作製した有機FETのキャリアの移動度は0.01cm<sup>2</sup>/Vs、ソースドレインのON電

流とOFF電流の比は $10^5$ であった。

#### 【0079】

以上より、本発明のコート液を用いることにより、相互溶解の課題を解決し、一度に絶縁体層と半導体層を同時に作製できることが示された。

#### 【0080】

##### （実施例3）

実施例2と同様にコート液を作製し、これを用いて有機FETを形成した。ただし、コート液は、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを3wt%、ポリビニルアルコール3wt%が溶解したトルエンと2,2,2-トリフルオロアルコールの混合溶媒（体積比率で1:1）とした。

#### 【0081】

また、比較のため、ゲート絶縁体層であるポリビニルアルコールの膜と半導体層であるサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの膜それぞれを順番に塗布して形成した有機FETも以下のようにして作製した。まず、石英基板にクロムと金薄膜を形成した後、ポリビニルアルコール3wt%のみが溶解した水とエタノールの混合溶液（体積比で1:4）をスピンコートした後、室温25℃で1時間乾燥させ、その後、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセン3wt%のみが溶解したクロロホルム溶液をスピンコートし、25℃の室温で1時間乾燥した。その後、電子ビーム蒸着法を用いてソース電極とドレイン電極を形成した。

#### 【0082】

SIMS測定から、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンとポリビニルアルコールが混合した溶液をスピンコートして形成した膜は、ポリビニルアルコールの膜の上にサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの膜が形成されていることが確認できた。

#### 【0083】

また、ポリビニルアルコールとサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを順にスピンコートして作製した膜も、ポリビニルアルコールの膜の上にサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの膜が積層された構造であることがSIMS測定から確認できた。ポリビニルアルコールの絶縁体層を形成した後半導体材料の前駆体であるサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンが溶解したクロロホルム溶液を塗布した時に相互溶解が生じなかったのは、ポリビニルアルコールが水溶性であるため、クロロホルム溶液に溶け出すことが無かったためだと推測できる。

#### 【0084】

サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンとポリビニルアルコールが混合した溶液を用いて作製した有機FETのキャリア移動度は $0.005\text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、ソースドレインのON電流とOFF電流の比は $10^4$ であった。これに対して、ポリビニルアルコールとサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを順にスピンコートして作製したFETの移動度は $0.001\text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、ON電流とOFF電流の比は $10^4$ であった。

#### 【0085】

これらの結果から、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンとポリビニルアルコールが混合した溶液を用いて作製した有機FETのキャリア移動度がポリビニルアルコールとサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを順にスピンコートして作製した有機FETの移動度よりも大きいことが示された。これは、混合溶液を用いて作製したFETにおける絶縁体層と半導体層の界面順位密度が、ポリビニルアルコールとサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを順にスピンコートして作製した場合の界面順位密度よりも低くなったためと推測できる。

#### 【0086】

以上のように、本実施例のコート液を用いれば、絶縁体層と半導体層の界面順位密度を低く抑えることができるため、キャリア移動度の大きい有機FETが作製できる。

#### 【0087】



#### （実施例 4）

実施例 2 と同様にコート液を作製し、これを用いて有機 FET を形成した。ただし、コート液は、サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンを 3wt%、ポリ酢酸ビニル 3wt% が溶解したトルエンと 2, 2, 2-トリフルオロアルコールの混合溶媒（体積比率で 1:1）とした。

#### 【0088】

SIMS 測定から、実施例 2 と同様に、スピンコートした膜は、ポリ酢酸ビニルの膜の上にサルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンの膜が形成されていることが確認できた。また、作製した有機 FET の移動度は  $0.005 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  であり、ソースドレインの ON 電流と OFF 電流の比は  $10^4$  であった。

#### 【0089】

なお、実施の形態 1 ～ 4 においてコート液は全てスピンコート法で基板上に塗布したが、これに限る必要はなく、スクリーン印刷法、インクジェット法などを用いて塗布できることはいうまでもない。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0090】

本発明のコート液は、有機電界効果トランジスタの半導体層及び絶縁体層の作製用のコート液として有用である。また本発明の有機電界効果トランジスタは、プラスチック上などに形成する電子回路素子として有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0091】

【図 1】 本発明のコート液により半導体層及び絶縁体層が同時に形成される様子を示す模式図

【図 2】 ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）の構造を示す図

【図 3】 ポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）とポリスチレンの混合溶液をスピンコートして作製した膜のアルゴンスパッタリング時間と元素比との関係を示す図

【図 4】 ポリスチレン及びポリ（3-パーフルオロオクチルチオフェン）がそれぞれ溶解したコート液を順にスピンコート法で塗布して作製した膜のアルゴンスパッタリング時間と元素比との関係を示す図

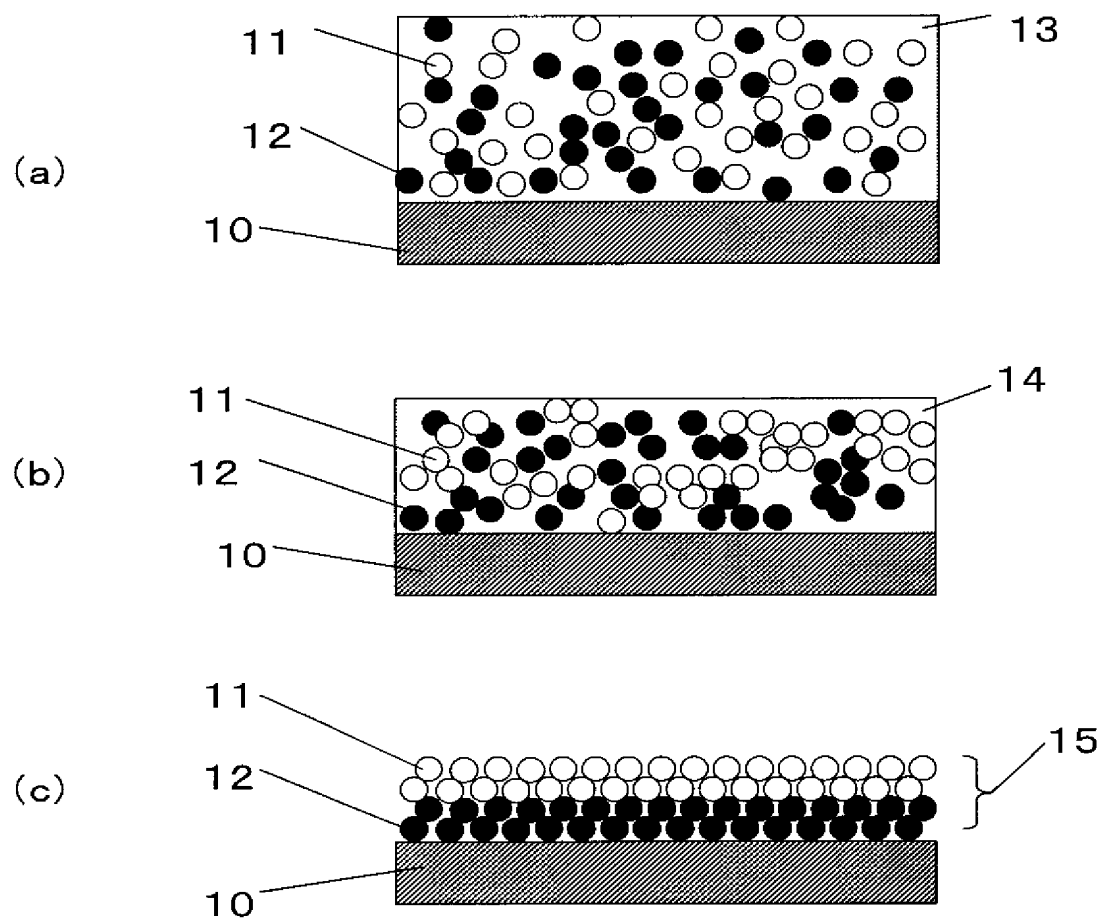
【図 5】 サルフィニルパーフルオロオクタンアミド付加ペンタセンが熱処理によってペンタセンに変換される様子を示す図

【図 6】 電界効果トランジスタの構造を示した模式図

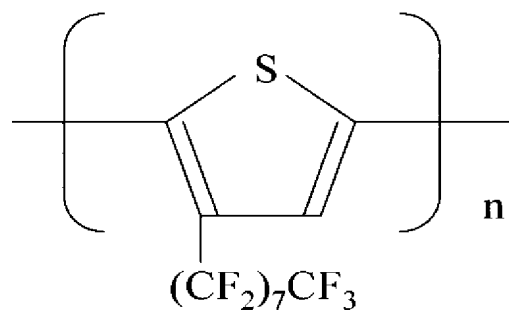
#### 【符号の説明】

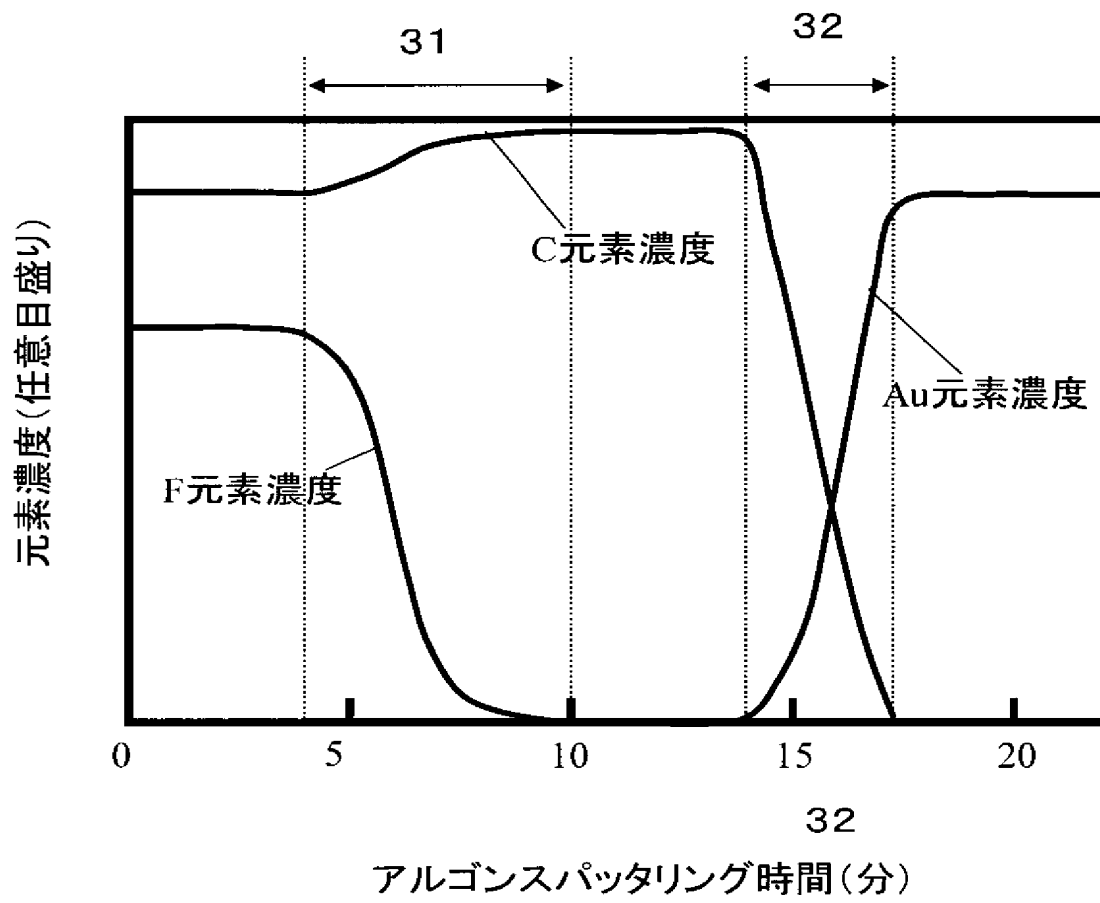
#### 【0092】

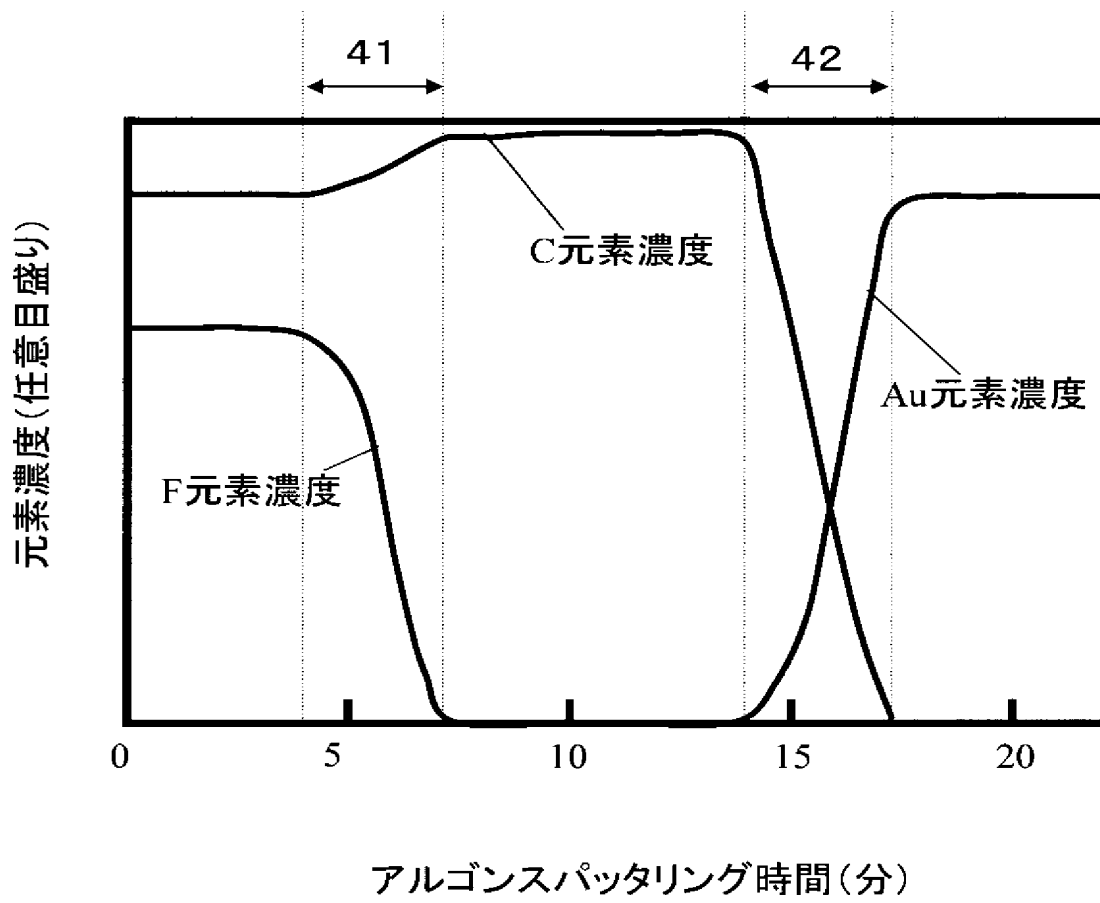
- |       |                                |
|-------|--------------------------------|
| 1 0   | 基板                             |
| 1 1   | 有機分子 1                         |
| 1 2   | 有機分子 2                         |
| 1 3   | 溶媒                             |
| 1 4   | 揮発して減少した後の溶媒                   |
| 1 5   | 相分離をおこした後の有機分子 1 と有機分子 2 の集合体  |
| 3 1   | フッ素元素および炭素元素濃度が変化するスパッタリング時間領域 |
| 3 2   | 金元素および炭素元素が変化するスパッタリング時間領域     |
| 4 1   | フッ素元素および炭素元素濃度が変化するスパッタリング時間領域 |
| 4 2   | 金元素および炭素元素が変化するスパッタリング時間領域     |
| 6 0 1 | ソース電極                          |
| 6 0 2 | ドレイン電極                         |
| 6 0 3 | 半導体層                           |
| 6 0 4 | ゲート絶縁体層                        |
| 6 0 5 | ゲート電極                          |
| 6 0 6 | 基板                             |

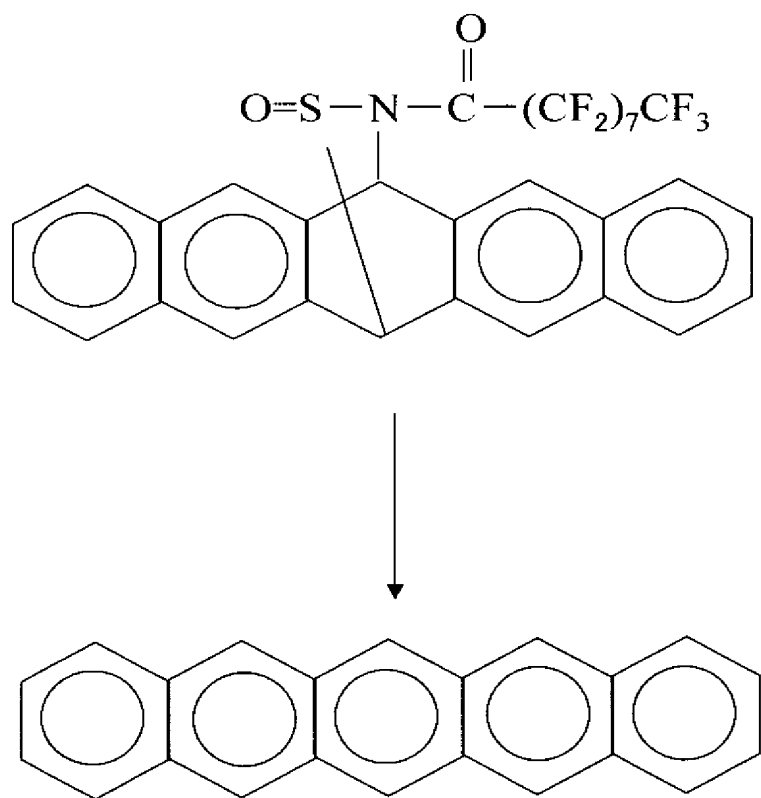


【図 2】

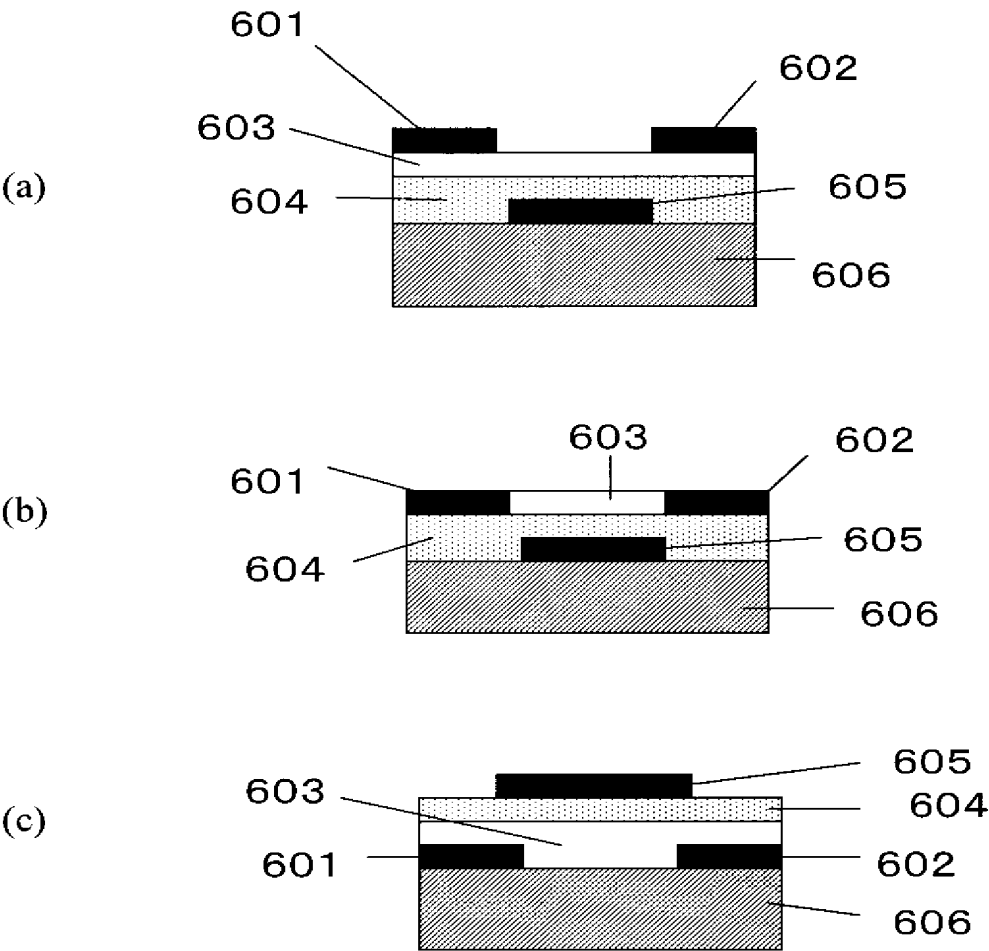








【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 有機電界効果トランジスタの構成要素である絶縁体層と半導体層とを、それぞれ溶液塗布法で形成しようとするすると相互溶解が発生する。

【解決手段】 半導体材料である有機分子 1 と、絶縁体材料である有機分子 2 と、前記有機分子 1 と前記有機分子 2 とを共に溶解する溶媒とを有し、前記有機分子 1 と前記有機分子 2 とは互いに相溶性が無いことを特徴とするコート液。

【選択図】 図 1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社